

Citation

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-214717

(43)Date of publication of application : 30.07.2003

(51)Int.Cl.

F25B 9/00  
F02G 1/043  
F02G 1/057  
F25B 9/14

(21)Application number : 2002-016604

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.01.2002

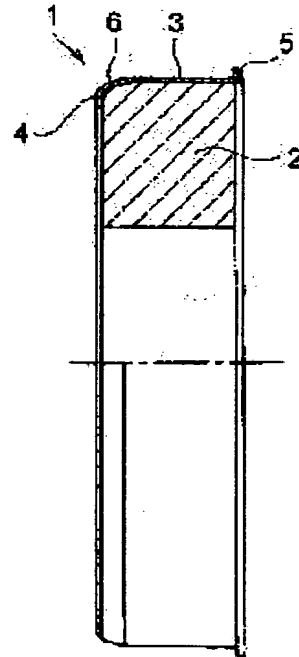
(72)Inventor : TOYODA TAKASHI

### (54) HEAT EXCHANGER AND HEAT MACHINE USING THE SAME

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form an easy-to-handle heat exchanger by a technique different from folding a thin copper plate, and provide a heat machine that uses the heat exchanger.

**SOLUTION:** The heat exchanger 1 houses a given shape of a heat exchanger block 2 of a gas-permeable, heat-conductive material in a metal shell 3, and brings an outer surface of the heat exchanger block 2 and an inner surface of the shell 3 into close contact. The heat exchanger 1 is inserted in a heat exchanger head 100 of the heat machine so that an outer surface of the heat exchanger 1 and an inner surface of the heat exchanger head 100 are in close contact. When working gas passes through the heat exchanger block 2, heat of the working gas is transferred to the heat exchanger head 100.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-214717

(P2003-214717A)

(43) 公開日 平成15年7月30日 (2003.7.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)
F 2 5 B 9/00		F 2 5 B 9/00	J
F 0 2 G 1/043		F 0 2 G 1/043	Z
1/057		1/057	Z
F 2 5 B 9/14	5 2 0	F 2 5 B 9/14	5 2 0 F
			5 2 0 Z
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-16604(P2002-16604)

(22) 出願日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 豊田 隆

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100085501

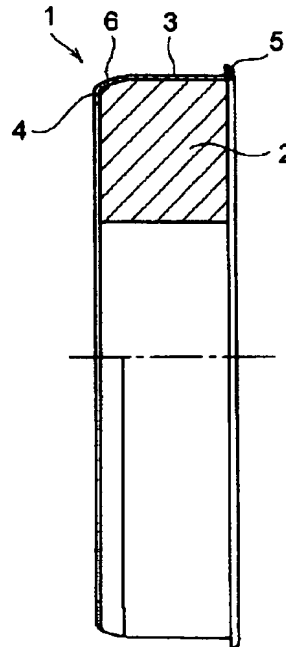
弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 熱交換器及びこれを利用する熱機械

(57) 【要約】

【課題】 銅薄板の折り曲げとは別の手法により、取り扱い容易な熱交換器を形成する。またこの熱交換器を利用した熱機械を提供する。

【解決手段】 熱交換器1は通気性を有する伝熱材料からなる所定形状の伝熱ブロック2を金属製シェル3に収納し、伝熱ブロック2の外表面とシェル3の内面とを密着させたものである。この熱交換器1を熱機械の伝熱ヘッド100に挿入して熱交換器1の外表面と伝熱ヘッド100の内面とを密着させるとともに、伝熱ブロック2に作動ガスを通し、作動ガスの有する熱を伝熱ヘッド100に伝える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 通気性を有する伝熱材料からなる所定形状の伝熱ブロックを金属製シェルに収納し、前記伝熱ブロックの外面と前記シェルの内面とを密着させたことを特徴とする熱交換器。

【請求項2】 請求項1に記載の熱交換器を伝熱ヘッドに挿入して前記熱交換器の外面と前記伝熱ヘッドの内面とを密着させるとともに、前記伝熱ブロックに作動ガスを通し、この作動ガスの有する熱を前記伝熱ヘッドに伝えることを特徴とする熱機械。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は熱交換器及びこれを利用する熱機械に関する。

【0002】

【従来の技術】熱機械の中には動作原理上熱交換が重要な役割を果たすものがある。例えばスターリングサイクルを応用したエンジンや冷却装置がそれである。

【0003】図3にスターリング冷却装置の一例を示す。スターリング冷却装置10は「フリーピストン構造」のものであって、次の構成を有する。

【0004】11はシリンダーブロックで、中心にシリンダー12を有し、シリンダー12の軸線を水平にした形で配置される。シリンダー12の中には、図において右側にピストン13、その左側にディスプレーサー15が、直列に挿入される。ピストン13及びディスプレーサー15は、スターリング冷却装置10の運転中、ガスベアリングの仕組みによりシリンダー12の内壁に接触することなく動き、摩擦を生じることがない。ピストン13の動きとディスプレーサー15の動きは互いに独立である。

【0005】ピストン13はピストン軸14を有し、ディスプレーサー15はディスプレーサー軸16を有する。ディスプレーサー軸16はピストン13及びピストン軸14の中を軸線方向に自由にスライドできるように貫通する。ディスプレーサー軸16とピストン13及びピストン軸14との間にもガスベアリングが形成され、スターリング冷却装置10の運転中、ディスプレーサー軸16はピストン13及びピストン軸14に接触することなく動く。

【0006】シリンダーブロック11はピストン13の動作領域の外側にあたる箇所にリニアモーター20を保持する。リニアモーター20は外部鉄心21、内部鉄心22及び外部鉄心21と内部鉄心22の間の環状空間に挿入されたリング状のマグネット23を備える。マグネット23はカップ状のマグネットホルダー24に固定されている。マグネットホルダー24はピストン軸14に固定され、マグネット23を外部鉄心21と内部鉄心22のいずれにも接触しないよう支持する。マグネットホルダー24の端面にあたる箇所には通気口25が形設さ

れている。

【0007】外部鉄心21の端面からは複数本のステアー26が水平に伸び出す。ステアー26はピストンスプリング27及びディスプレーサースプリング28をシリンダーブロック11の軸線方向に距離を置いて支持する。ピストンスプリング27の中心はピストン軸14に固定され、ディスプレーサースプリング28の中心はディスプレーサー軸16に固定される。ピストンスプリング27、ディスプレーサースプリング28とも板状であるが、単なる平板ではなく、渦巻状の切り込みを入れてバネ定数及びたわみ量の調整がなされている。

【0008】29はシリンダーブロック11を包むケーシングである。ケーシング29はシリンダーブロックの全体でなくリニアモーター20及びステアー26の部分のみ包む。ケーシング29の内部は気密空間となっている。

【0009】シリンダーブロック11のうち、ディスプレーサー15の動作領域にあたる部分の外側には伝熱ヘッド30、31が配置される。伝熱ヘッド30はリング状、伝熱ヘッド31はキャップ状であって、いずれも銅や銅合金など熱伝導の良い金属からなる。伝熱ヘッド30、31は各々リング状の内部熱交換器32、33を介在させた形でシリンダーブロック11の外側に支持される。内部熱交換器32、33はそれぞれ通気性を有し、内部を通り抜ける作動ガスの熱を伝熱ヘッド30、31に伝える。

【0010】伝熱ヘッド30、シリンダーブロック11、及び内部熱交換器32で囲まれた環状の空間はシリンダーブロック11に形設した通気口34を介してピストン13とディスプレーサー15の間に連通し、1個の連続した空間を形成する。この空間が圧縮空間35となる。他方伝熱ヘッド31、内部熱交換器33、及びディスプレーサー15の頭部で囲まれる空間は膨張空間36となる。

【0011】内部熱交換器32、33の間には再生器37が配置される。再生器37も通気性を有し、内部を作動ガスが通る。再生器37の外側を再生器チューブ38が包む。再生器チューブ38は伝熱ヘッド30、31の間に気密通路を構成する。

【0012】スターリング冷却装置10は次のように動作する。リニアモーター20に交流電流を供給すると外部鉄心21と内部鉄心22の間にマグネット23を貫通する磁界が発生し、マグネット23は軸線方向に往復する。ピストン系、すなわちピストン13、ピストン軸14、マグネットホルダー24、マグネット23、及びピストンスプリング27により構成される系の総質量と、ピストンスプリング27のバネ定数とにより定まる共振周波数に一致する周波数の電力を供給することにより、ピストン系は滑らかな正弦波状の往復運動を開始する。

【0013】ピストン13が往復運動すると、ピストン

13の左側の全空間に同一の圧力変動が生じる。ここでディスプレーサー15に作用する圧力を観察すると、膨張空間36側の端面に作用する圧力と圧縮空間35側の端面に作用する圧力とはパスカルの原理により同一となり、相殺される。しかしながらディスプレーサー軸16はピストン13の右側の背圧空間39に突出しているため、ディスプレーサー軸16にはその断面積に応じた背圧がかかる。

【0014】背圧は圧縮空間35の圧力変動と逆相で変動するため、ディスプレーサー15の両面の圧力は完全には相殺されず、差圧が発生する。つまり、ピストン13がディスプレーサー15の側に前進すると、ディスプレーサー15はピストン13に向かって後退し、圧縮空間35の容積が縮小するとともに膨張空間36の容積が拡大する。圧縮空間35の容積縮小分の作動ガスは再生器37を通過して膨張空間36に流れ込む(図4参照)。

【0015】逆にピストン13がディスプレーサー15から離れて後退すると、ディスプレーサー15はピストン13から離れて前進し、膨張空間36の容積が縮小するとともに圧縮空間35の容積が拡大する。膨張空間36の容積縮小分の作動ガスは再生器37を通過して圧縮空間35に戻る(図5参照)。

【0016】上記のようにしてフリーピストン構造のディスプレーサー15はピストン13の振動周波数と同期して振動する。この振動を効率的に維持するため、ディスプレーサー系(ディスプレーサー15、ディスプレーサー軸16、ディスプレーサースプリング28)の総質量と、ディスプレーサースプリング28のバネ定数とにより定まる共振周波数を、ピストン13の駆動周波数に共振するよう設定する。これにより、ピストン系とディスプレーサー系とは両者の共振振動周波数の位相のずれに応じた一定の位相差をもって同期振動する。

【0017】ピストン13とディスプレーサー15の同期振動により圧縮/膨張のサイクルが生まれる。振動の位相差を適切に設定すれば、圧縮空間35では断熱圧縮による発熱が多く発生し、膨張空間36では断熱膨張による冷却が多く発生する。このため、圧縮空間35の温度は上昇し、膨張空間36の温度は下降する。

【0018】運転中に圧縮空間35と膨張空間36の間を往復する作動ガスは、内部熱交換器32、33を通過する際に、その有する熱を内部熱交換器32、33を通じて伝熱ヘッド30、31に伝える。圧縮空間35から噴出する作動ガスは高温であり、伝熱ヘッド30は加熱される。すなわち伝熱ヘッド30はウォームヘッドとなる。膨張空間36から噴出する作動ガスは低温であり、伝熱ヘッド31は冷却される。すなわち伝熱ヘッド31はコールドヘッドとなる。伝熱ヘッド30より熱を放散し、伝熱ヘッド31で特定空間の温度を下げることで、スターリング冷却装置10は冷却装置としての機能を果たす。

【0019】再生器37は、圧縮空間35と膨張空間36の熱を相手側の空間には伝えず、作動ガスだけを通す働きをする。圧縮空間35から内部熱交換器32を経て再生器37に入った高温の作動ガスは、再生器37を通過するときにその熱を再生器37に与え、温度が下がった状態で膨張空間36に流入する。膨張空間36から内部熱交換器33を経て再生器37に入った低温の作動ガスは、再生器37を通過するときに再生器37から熱を回収し、温度が上がった状態で圧縮空間35に流入する。すなわち再生器37は熱の保管庫としての役割を果たす。

【0020】内部熱交換器32、33と再生器37には次のような特性が求められる。すなわち、内部熱交換器32、33は直径方向あるいは放射方向に熱伝導が良好であるのがよい。これに対し再生器37は、直径方向あるいは放射方向の熱伝導が良すぎると再生器チューブ38を通じて外部に熱が流出し、効率を損なううえ、伝熱ヘッド30、31の間にかかなりの温度勾配を必要とするので、その温度勾配を維持できるよう、熱伝導があまり良すぎない方がよい。再生器37の熱伝導係数は作動ガスとの熱交換性能や熱の保管庫として要求される熱容量などの要因を考慮して設定される。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】スターリングサイクルの熱機械では、上記の説明において「内部熱交換器」という名称で紹介した熱交換器が重要な役割を演じる。この熱交換器は伝熱ヘッドと同じく銅又は銅合金で形成されるのが普通である。銅(銅合金)からなる放射状のフィン、伝熱ヘッドに圧入したり、内側から拡張して伝熱ヘッドに圧接させたり、溶接、半田付け、接着などの手法で伝熱ヘッドに固着したりして、伝熱ヘッドに密着させ、良好な熱伝導を確保する。

【0022】上記フィンと作動ガスとの間の熱交換性能を高めるためには、フィンを高度に密集させ、且つ、フィン間の隙間を高度に均一化する必要がある。このような高密度フィンは鋳造、切削加工、個別形成したフィン片の集合化などの手法では得るのが困難であるため、リボン状の銅薄板をジグザグに折り曲げてブロックを形成し、このブロックをさらに圧縮する工法が採用されている。

【0023】上記のようにリボン状の銅薄板をジグザグに折り曲げてブロックを形成する場合、次の条件を考慮しなければならない。

【0024】1. 薄板内部の熱伝導を確保しなければならないので、薄板の厚さを極端に薄くすることはできない。2. 作動ガスとの間の熱交換面積を確保するため、薄板を数多く折り曲げることが必要である。

【0025】上記条件を両立させた熱交換器を製作するには工数がかかる。また、大量の銅の集積からなるブロックを圧縮するのでプレス機も相当の能力を有するもの

でなくてはならない。プレス機が十分な能力を備えているとしても、形状精度、あるいは隙間の精度を出すのは容易なことではない。

【0026】本発明は上記の点に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、銅薄板の折り曲げによらずして熱交換器を形成できるようにすること、またその熱交換器を取り扱い容易にすることにある。さらに、この熱交換器を利用した熱機械を提供することにある。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記目的を解決するため、本発明では、通気性を有する伝熱材料からなる所定形状の伝熱ブロックを金属製シェルに収納し、前記伝熱ブロックの外面と前記シェルの内面とを密着させて熱交換器を構成した。

【0028】上記構成によれば、銅薄板以外の伝熱材料で熱交換器を構成できる。金属製のシェルが外側を覆っているので形状精度が高く、強度も大きい。

【0029】また本発明では、熱機械において、上記した熱交換器を伝熱ヘッドに挿入して前記熱交換器の外表面と前記伝熱ヘッドの内面とを密着させるとともに、前記伝熱ブロックに作動ガスを通し、この作動ガスの有する熱を前記伝熱ヘッドに伝えることとした。

【0030】上記構成によれば、金属製のシェルで外側を覆った熱交換器を伝熱ヘッドに挿入すればよいので生産性が向上する。熱機械の強度も上がる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1及び図2に基づき説明する。

【0032】図1に示す熱交換器1は、通気性を有する伝熱材料からなる所定形状の伝熱ブロック2と、これを収納する金属製のシェル3により構成されている。

【0033】伝熱ブロック2はリング状に形成される。伝熱ブロック2の素材としては次のようなものを用いることができる。すなわち金属又はグラファイトの発泡体、金属繊維、炭素繊維、あるいはこれらを織ってメッシュにしたもの、金属粉末を成形したもの、あるいは成形後焼結したものなどである。

【0034】シェル3もリング状である。シェル3は金属の薄板を缶状に成型したものの底面中央部を打ち抜いた形状であり、一方の縁には内向きのフランジ4を有し、他方の縁には外向きのフランジ5を有する。フランジ5は断面カール状となっている。内向きのフランジ4を有する側の角は絞り込まれてテーパー部6となっている。これは圧入の便宜のためである。

【0035】フランジの形設などの設計的配慮により、シェル3の成形にあたっては薄い金属を用いることができる。従って熱伝導が良いがコスト高な金属、例えば銅や銅合金を用いずとも良好な熱伝導を確保できる。

【0036】伝熱ブロック2をシェル3に組み合わせ、伝熱ブロック2の外表面とシェル3の内面とを密着させる

形で結合するにあたっては、伝熱ブロック2の構成材料の物性に応じて次のような手法が採用される。

【0037】(1) 比較的収縮の小さい材料、あるいは若干膨張するような材料であれば直接シェル3に充填する。前者の材料の例としては銅などの金属線のメッシュを焼結などによって固化したもの、後者の材料の例としては金属繊維や炭素繊維のウール状のものをプレスしたものなどを挙げることができる。

【0038】(2) 比較的収縮の大きい材料の場合は伝熱ブロック2を形成した後シェル3に圧入する。このような材料の例としては発泡グラファイトがある。

【0039】(3) 伝熱ブロック2の剛性が高い場合は、切削などの機械加工により形を整えたうえでシェル3に挿入する。このような材料の例としては発泡グラファイトや銅などの金属線のメッシュを焼結などによって固化したものなどが挙げられる。

【0040】(4) 伝熱ブロック2が金属ベースのものであればシェル3にろう付けすることができる。ろう付けにより、熱伝導を確保できる。

【0041】作動ガスが不活性ガスであるとか、不活性ガスでなくても水や酸素などの劣化要因を含まないものであれば、シェル3には特に表面処理を施す必要はない。従って通常グレードの鋼板やアルミ板を特に処理せず絞り加工すればよいので、シェル3を安価に製作することができる。

【0042】図2には熱交換器1を伝熱ヘッド100に組み合わせた例が示されている。101は内管、102は外管で、その間に作動ガスの流路103が形成されている。流路103の途中に設けられたリング状の伝熱ヘッド100に、シェル3のテーパー部6を先にして熱交換器1が挿入される。挿入すると熱交換器1の外表面と伝熱ヘッド100の内面とが密着する。伝熱ヘッド100の側面にフランジ5が当たるところが挿入限界となる。

【0043】伝熱ブロック2の内面は内管101に接しており、流路103を流れる作動ガスはすべて伝熱ブロック2を通る。このため作動ガスの持つ熱は熱交換器1を通じて伝熱ヘッド100に伝えられることになり、その熱を伝熱ヘッド100は外部に放出する。

【0044】伝熱ヘッド100の端部内面にシェル3のテーパー部6に合う形のテーパー部を形成してもよい。このようにすると熱交換器1と伝熱ヘッド100の密着面積が増大し、熱の伝わりが一層良くなる。

【0045】また、リング状の伝熱ブロック2の外周部だけをシェル3で覆ったが、伝熱ブロック2の内周部にリング状のシェルを挿入することとしてもよい。このようにした場合、内外のシェルをスポークで連結して強度を確保することとしてもよい。ただしスポークを設ける場合、通気性が損なわれないよう、スポークの形状や数に配慮が必要である。

【0046】以上本発明の一実施形態につき説明した

が、発明の主旨を逸脱しない範囲でさらに種々の変更を加えて実施することが可能である。

【0047】

【発明の効果】本発明は以下に掲げるような効果を奏するものである。

【0048】本発明では、通気性を有する伝熱材料からなる所定形状の伝熱ブロックを金属製シェルに収納し、前記伝熱ブロックの外面と前記シェルの内面とを密着させて熱交換器を構成したから、銅薄板以外の伝熱材料で熱交換器を構成できる。金属製のシェルが外側を覆っているため形状精度が高く、強度も大きい。フランジの形設などの設計的配慮によりシェルの材料として薄い金属を用いることができるので、熱伝導は優れるがコスト高な銅や銅合金でなく、炭酸飲料缶用のアルミ板、あるいは鋼板といった安価な材料を採用できる。また生産性の良い高速絞り加工で形成できる。このため、シェルによるコストアップ分を容易に吸収できる経済性に優れた熱交換器とすることができる。

【0049】また本発明では、熱機械において、上記した熱交換器を伝熱ヘッドに挿入して前記熱交換器の外面と前記伝熱ヘッドの内面とを密着させるとともに、前記伝熱ブロックに作動ガスを通し、この作動ガスの有する\*

\*熱を前記伝熱ヘッドに伝えることとしたから、組立にあたっては金属製のシェルで外側を覆った熱交換器を伝熱ヘッドに挿入すればよいので部品のハンドリングが容易であり、生産性が向上する。熱機械の強度が上がるうえ、熱伝導のコントロールも容易である。

【0050】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明熱交換器の一実施形態を示す半断面側面図

10 【図2】 本発明熱交換器と伝熱ヘッドとの組合せ状況を示す半断面側面図

【図3】 熱交換器を構成要素に含む熱機械の例を示す断面図

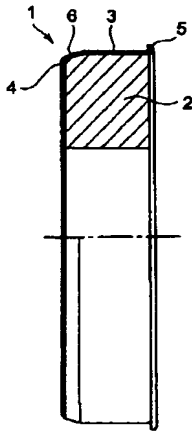
【図4】 図3の熱機械の動作を説明する断面図

【図5】 同じく図3の熱機械の動作を示す断面図にして、図4と異なる状態を示すもの

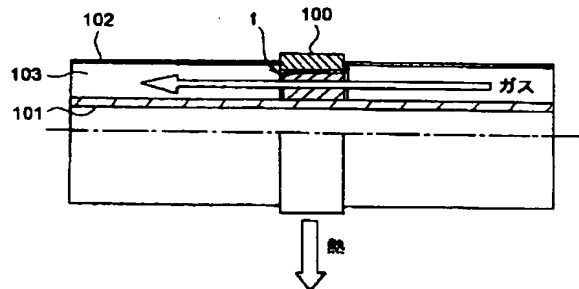
【符号の説明】

- 1 熱交換器
- 2 伝熱ブロック
- 3 シェル
- 100 伝熱ヘッド

【図1】



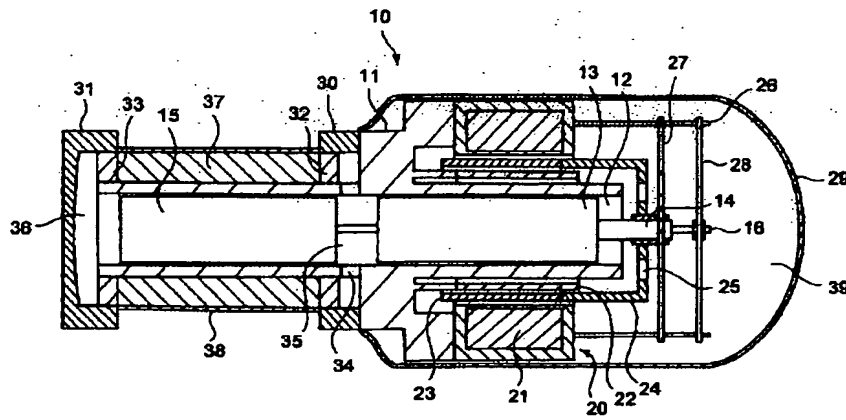
【図2】



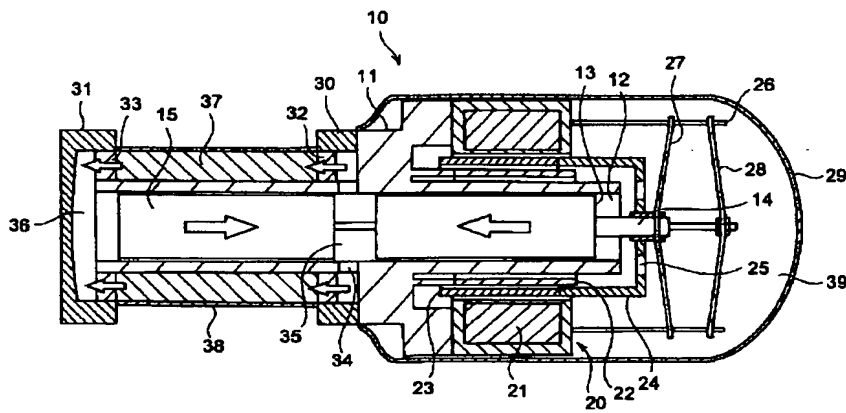
(6)

特開2003-214717

【図3】



【図4】



【図5】

